

УДК 550.834.01

ПРОГНОЗ ЗОН ФЛЮИДО-РАПОПРОЯВЛЕНИЙ МЕТОДАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ОСНОВЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ АТТРИБУТОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ RTN И ДАННЫХ БУРЕНИЯ НА КОВЫКТИНСКОМ ГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

© 2024 г. Академик РАН А. С. Бугаев¹, Г. Н. Ерохин^{2,*}, С. А. Рябых³, А. С. Смирнов⁴

Поступило 22.06.2023 г.

После доработки 06.09.2023 г.

Принято к публикации 12.09.2023 г.

Предложен новый метод прогноза литофаций, зон газо-, флюидо- и рапопроявлений, зон с аномально высоким пластовым давлением, а также петрофизических свойств пород с помощью методов искусственного интеллекта на основе семейства новых сейсмических атрибутов метода RTN (Reverse Time Holography – Голография в обращенном времени) и данных бурения скважин. Главное отличие RTN-атрибутов от традиционных, получаемых при миграционном преобразовании, заключается в их воксельной природе и гиператрибутивности. Оказалось, что это является ключевым преимуществом нового подхода в решении задач геологического прогноза методами искусственного интеллекта. В работе представлены результаты применения нового метода обработки и интерпретации современных сейсмических данных 3D, а также геологического прогнозирования на его базе для участка интенсивного рапопроявления Ковыктинского газоконденсатного месторождения.

Ключевые слова: рапа, сейсморазведка, прогноз, RTN, сейсмические атрибуты, искусственный интеллект

DOI: 10.31857/S2686739724010159

ВВЕДЕНИЕ

Геологический разрез Ковыктинского газоконденсатного месторождения (КГКМ) характеризуется сложными горно-геологическими условиями бурения. В составе всех стратиграфических уровней разреза осадочного чехла находятся горизонты-коллекторы, проявляющиеся осложнениями в процессе бурения [20]. Самым тяжелым и опасным осложнением в процессе бурения на КГКМ является вскрытие объектов с аномально-высоким пластовым давлением (АВПД), приуроченных к галогенно-карбонатной гидрогеологической формации. Величина пластового давления в зонах АВПД значительно превышает величину,

соответствующую градиенту пластового давления для разреза КГКМ и сопоставима с величиной горного давления [20]. Вскрытые бурением объекты с АВПД приурочены к регионально распространенным карбонатным пластам, насыщенным высокоминерализованными пластовыми рассолами (рапой). В этих же слоях повсеместно встречаются газовые и газоконденсатные коллекторы, которые содержат промышленно значимые объемы газа и жидких углеводородов, при этом разведка и подсчет запасов углеводородов значительно затруднены в связи с возникающими в процессе бурения разведочных скважин геологическими осложнениями при прохождении зон с АВПД. По состоянию на 2023 г., на Ковыктинском и соседних Чиканском, Хандинском и Южно-Усть-Кутском лицензионных участках пробурено более 100 параметрических, поисковых и разведочных скважин [3]. В этой связи выявление коллекторов, содержащих рапу, газ и газовый конденсат, на площадях КГКМ с применением современных методов массивов имеющихся геолого-геофизических данных является чрезвычайно актуальным, в том числе для

¹Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской Академии наук, Москва, Россия

²Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия

³ООО «ГИРС–М», Москва, Россия

⁴ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Тюмень, Россия

*E-mail: Gerokhin@kantiana.ru

сокращения будущих издержек при проведении геолого-разведочных работ на газ и газовый конденсат в карбонатных отложениях кембрия.

Рассолы содержатся практически во всех коллекторах соленосной и подсолевой формации КГКМ. Однако интенсивные и катастрофические рапопроявления происходят только из пластов с АВПД, которые способны выбрасывать “тяжелые” рассолы. Притоки рапы с АВПД интенсивностью несколько сотен м³ из христофоровского горизонта (христофоровско-балыхтинского резервуара) были получены при бурении скважин Ковыктинские №№ 18, 52, 60, 64 [3]. При бурении скважины № 75 – Ковыктинская из христофоровско-балыхтинского резервуара (межсолевой пропласток) получен приток рапы до 7200 м³/сут (минерализация 738 г/л) [3].

Трудность оценки границ локального распространения зоны АВПД заключается в сложном характере их размещения по площади месторождения. При их вскрытии отмечается чередование как интенсивных рапопроявлений, так и катастрофических поглощений бурового раствора. Исключением является бильчирский и биркинский горизонты, которые проявили себя притоками пластового флюида в скважинах 3-КОВ и 18-КОВ, 72-КОВ, 75-КОВ. В скважине № 3 с глубин 1330–1338 м отмечен самоизлив рассола дебитом до 86–110 м³/сутки и плотностью 1.28 г/см³ [3].

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Задача прогноза флюидопроявления, как таковой, наряду с литофациальным прогнозом геологического разреза и прогнозом пористости рассматривалась во многих работах российских [1–4] и зарубежных [5, 6] ученых. Современные методы прогноза основывались как на методах геостатистики, так и на технологиях машинного обучения. При этом задачи прогноза рассматривались как задачи контролируемой классификации, так и как задачи нелинейной обобщенной регрессии. В любом варианте исходными данными для прогноза являлись данные сейсмической обработки в виде кубов временной миграции (атрибутов), а также данные скважинных исследований. Сейсмические атрибуты, как правило, оценивались во временной области, тогда как данные геофизических исследований скважин (ГИС) привязаны к глубине. Это наряду с разной детальностью получаемой информации является главной трудностью при комплексировании

сейсмических данных и скважинных данных. Во всех без исключения предыдущих исследованиях данные скважинных измерений пересчитываются во временную область, где и проводится комплексирование. В последние годы описанные выше подходы, как правило, базируются на методах машинного обучения с использованием нейронных сетей.

Принципиальной особенностью описываемого в данной статье подхода от всех предшествующих является использование вместо традиционных временных атрибутов глубинных атрибутов нового поколения, генерируемых инновационным отечественным методом обработки сейсмической информации, реализующим принципы сейсмической голографии и обращение волнового фронта во времени – методом RTN (Reverse Time Holography – Голография в обратенном времени) [7, 8]. Метод является векторным расширением известного способа глубинной миграции на основе обращения волнового фронта RTM (Reverse Time Migration) [9]. Метод RTN включает в себя как частный случай методы, основанные на общей точки изображения – Angle Domain RTM [10], методы дифракционного анализа ES360 [11], CSP [12], методы угловой анизотропии отражения – Amplitude versus Offset (AVO) [13], акустической инверсии [14], скоростной томографии на основе полноволновой инверсии [15] и на основе шнуровых решений [16]. Метод является воксельно-ориентированным, то есть оценка сейсмических атрибутов осуществляется в каждой ячейке (вокселе) геологического пространства независимо друг от друга. Воксели имеют произвольный размер, а их координаты фиксированы в пространстве, которое они заполняют. Набор сейсмических атрибутов RTN включает в себя, кроме всех известных атрибутов, также ряд ранее не известных. Общее количество сейсмических атрибутов, получаемых на основе оценки многомерного (12-мерного) статистического распределения в RT достигает нескольких сотен [17].

Метод RTN разработан в 2017 году, опробован на 21-м месторождении и в идейном плане близок к направлению “сейсмоголография”, активно развиваемому в 80-х годах прошлого столетия в Сибирской школе геофизики АН СССР под руководством академиков А.С. Алексеева, М.М. Лаврентьева и С.В. Гольдина. Входными данными для технологии RTN служат стандартные полевые сейсмограммы 2Д/3Д МОВ ОГТ кратностью не ниже 80 и данные ГИС. Технология обеспечивает решение широкого круга

геологических задач прогноза и сейсмического сопровождения разработки месторождения на принципиально новом качественном уровне. К таким задачам, в частности, относятся поиск нетрадиционных залежей углеводородов трещинно-кавернозного типа, картирование неструктурных ловушек, сейсмическое обеспечение высокоточного горизонтального бурения и пр. Технология RTN реализована в виде оригинальных суперкомпьютерных параллельных программ обработки информации и отработанных графов интерпретации RTN-атрибутов в стандартной программной среде геолога-интерпретатора.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ АНАЛИЗ

Задача исследований в данной работе – продемонстрировать принципиальную возможность решения задач локального прогноза зон с АВПД, флюидо-, рапопроявлений и газопроявлений методами искусственного интеллекта на основе сейсмических атрибутов нового поколения RTN и данных бурения на примере одного из участков КГКМ. На рис. 1 представлена схема выбранного тестового участка КГКМ, где в скважине № 3 было зафиксировано проявление рапы в интервале литвинцевско-бельской свиты нижнекембрийских отложений. Площадь исследования составила 115 кв. км.

На рис. 2 представлено сравнение стандартной временной миграции PSTM (PreStack Time

Migration), полученной в программе ProMax из пакета Landmark (рис. 2 а) интервала бильчирского горизонта КГКМ и нового атрибута RTN ATD (Arrival Time Discrepancy – невязка времен первых вступлений прямой волны и обращенной во времени в точке пространства), характеризующего “медленность” среды (рис. 2 б) на тестовом участке. Новые RTN-атрибуты, как мы видим, позволяют уточнить морфологию геологических поверхностей, выделить зоны тектонических дислокаций и литологических замещений, проявляющиеся в локальных изменениях скоростей. Действительно, на рис. 3, 4 приведены два RTN-атрибута по интервалу атовского горизонта КГКМ. Атрибуты имеют достаточно простой физический смысл. На рис. 3 представлена карта средних значений трещиноватости, а на рис. 4 – карта средних значений угла отклонений от вертикали максимального рассеяния. На обеих картах видны аномальные зоны значений своих параметров, которые по-разному характеризуют среду. Так, на рис. 3 центр участка с северо-запада на юго-восток пересекает мощная структура амплитудного (дифракционного) рассеяния, связанная, по-видимому, с зоной дробления. На рис. 4 также наблюдается четкая концентрация аномалии углового рассеяния вблизи скважины № 3, где в этом горизонте наблюдается АВПД и проявление рапы. Эти два атрибута наряду с атрибутом скорости (рис. 5) использовались в дальнейшем при контролируемом машинном обучении в качестве ведущих атрибутов. Рис. 5 дает представление о характере поведения скоростных значений во всем

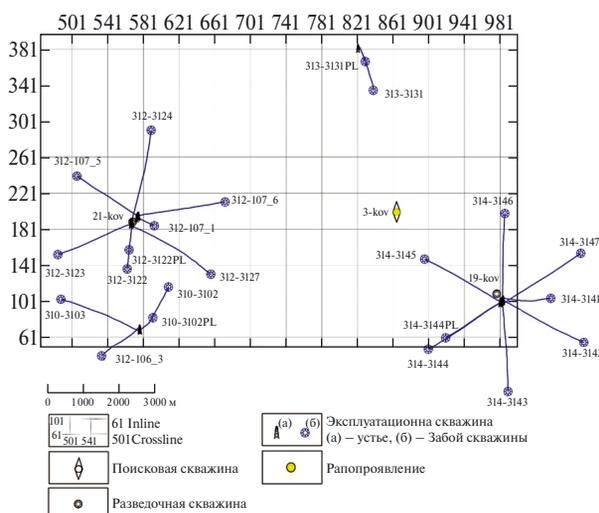


Рис. 1. Участок исследований КГКМ района интенсивного рапопроявления с АВПД.

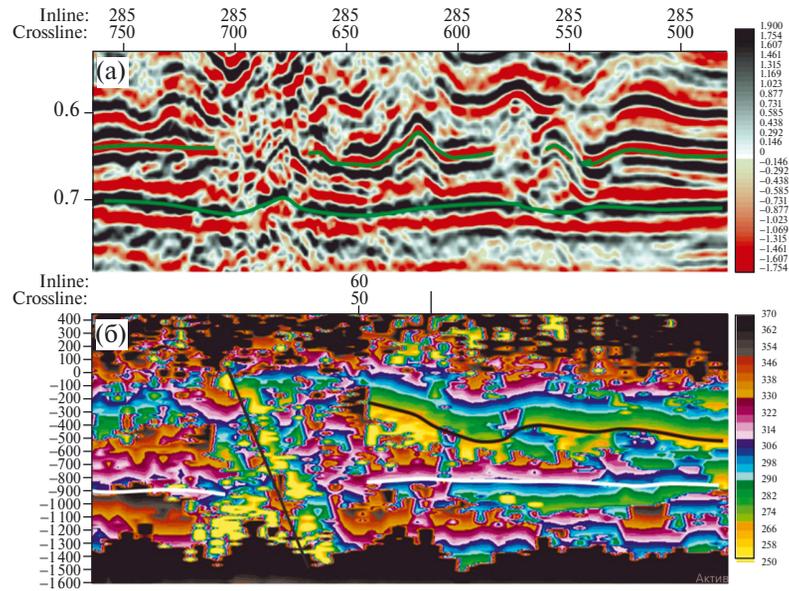


Рис. 2. Сравнение результатов временной миграции PSTM (а) и RTN ATD (б).

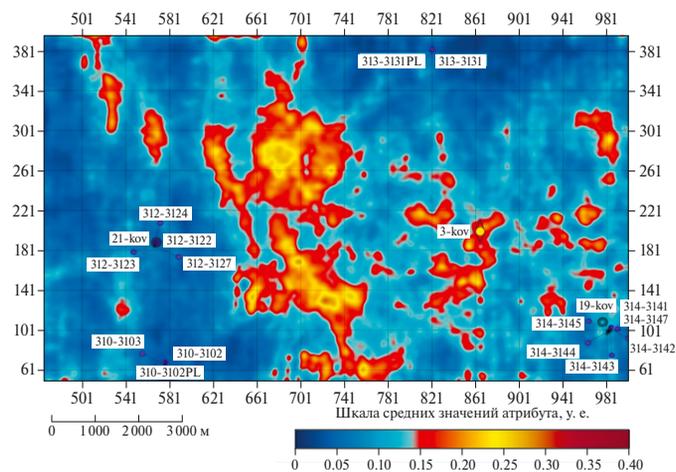


Рис. 3. Карта средних значений трещиноватости по RTN в интервале атовского горизонта КГКМ в у.е.

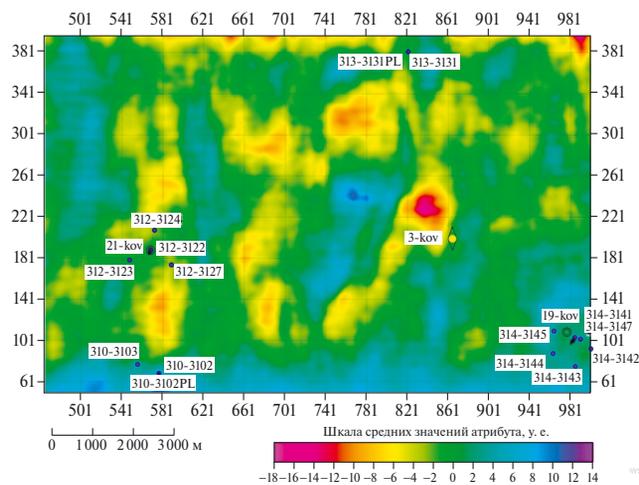


Рис. 4. Карта средних значений угла отклонений от вертикали максимального рассеяния в интервале атовского горизонта КГКМ в градусах (положительные значения угла – по часовой стрелке).

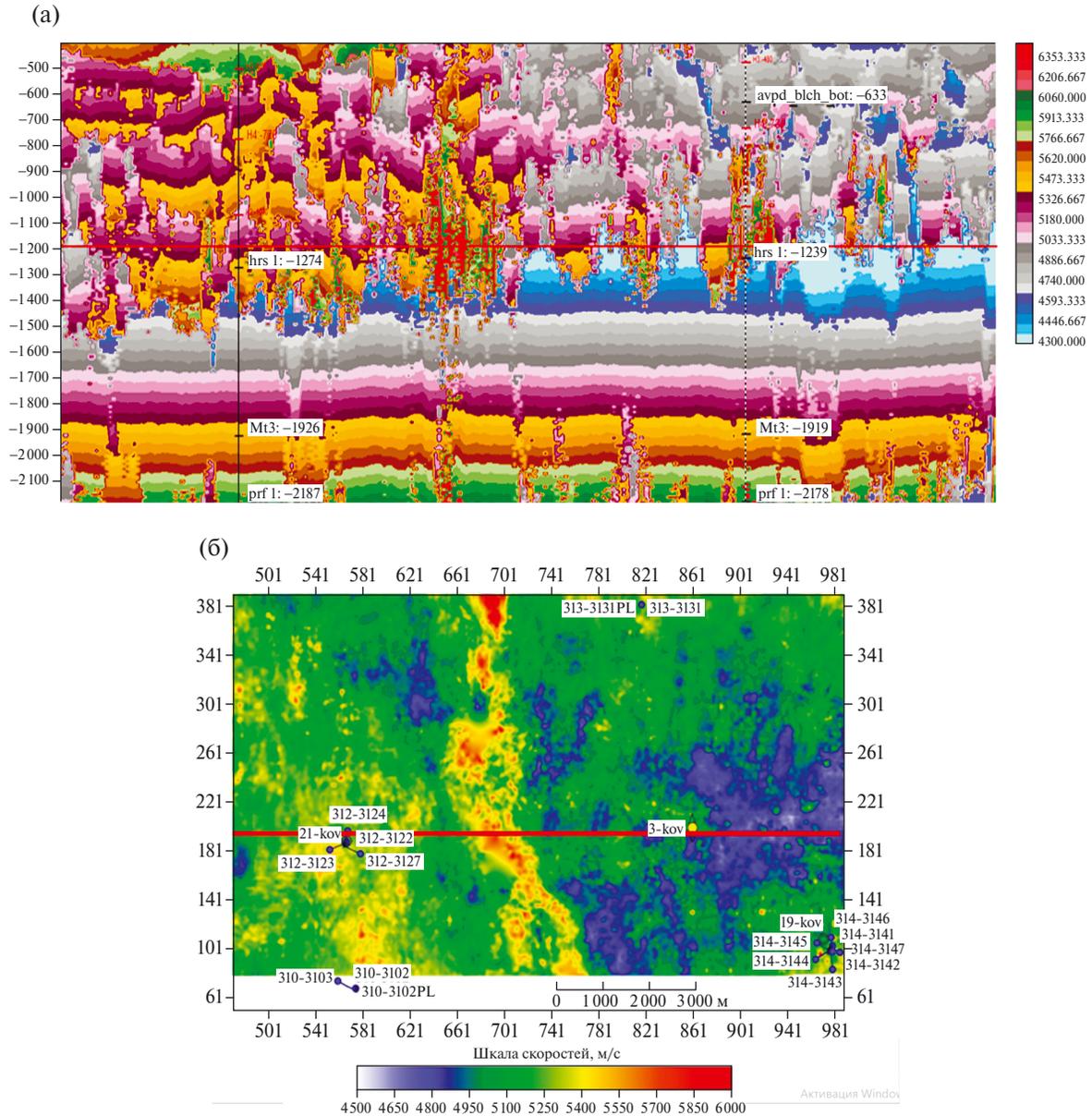


Рис. 5. Вертикальное сечение (а) и карта средних значений в интервале бильчирского горизонта (б) куба RTN скорости в м/с. Размер вокселя 50х50х10 метров.

кубе скоростей на участке. Так, в частности, зона повышенной трещиноватости, отмеченная на рис. 3 в зоне бильчирского горизонта, проявляется также повышенными значениями скорости.

Представленные на рис. 2–5 сейсмические атрибуты RTN дают представление о принципиально новых возможностях, которые открываются для интерпретации с использованием метода обработки сейсмических данных RTN. На основе атрибутов RTN можно проводить интерпретацию как по стандартному графу, так и по расширенному, присущему только RTN. Так, для тестового участка КГКМ в рамках традиционного графа

интерпретации было уточнено геологическое строение осадочного чехла на участке КГКМ, построены структурные карты по пяти выделенным горизонтам. Точность построения не хуже 5 метров, т.е. показано, что метод RTN действительно является расширением метода RTM. С другой стороны, по дополнительному графу RTN интерпретации выполнен анализ скоростных RTN-атрибутов по целевым интервалам геологического разреза, выделены зоны деструкций, связанные с разломно-блоковой тектоникой, закартированы флюидонасыщенные трещинные зоны, в том числе рапонасыщенные с АВПД и с открытой

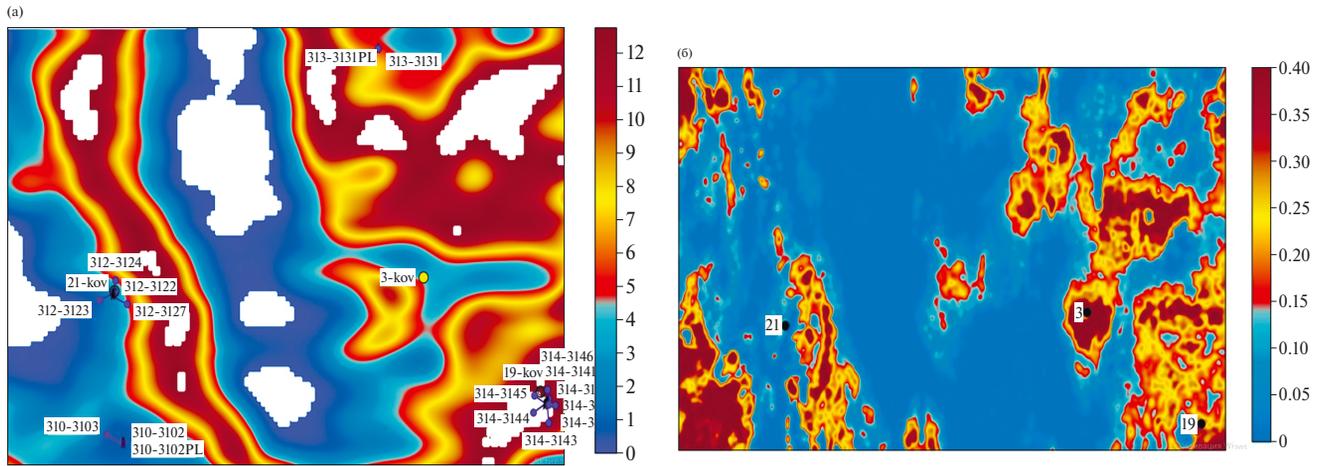


Рис. 6. Сравнение прогноза рапопроявления в интервале бильчирского горизонта КГКМ методом рассеянных волн [19] и методом MLP на основе атрибутов RTN и данных бурения (б). Красный цвет – максимальная вероятность (0.4), синий цвет – минимальная вероятность.

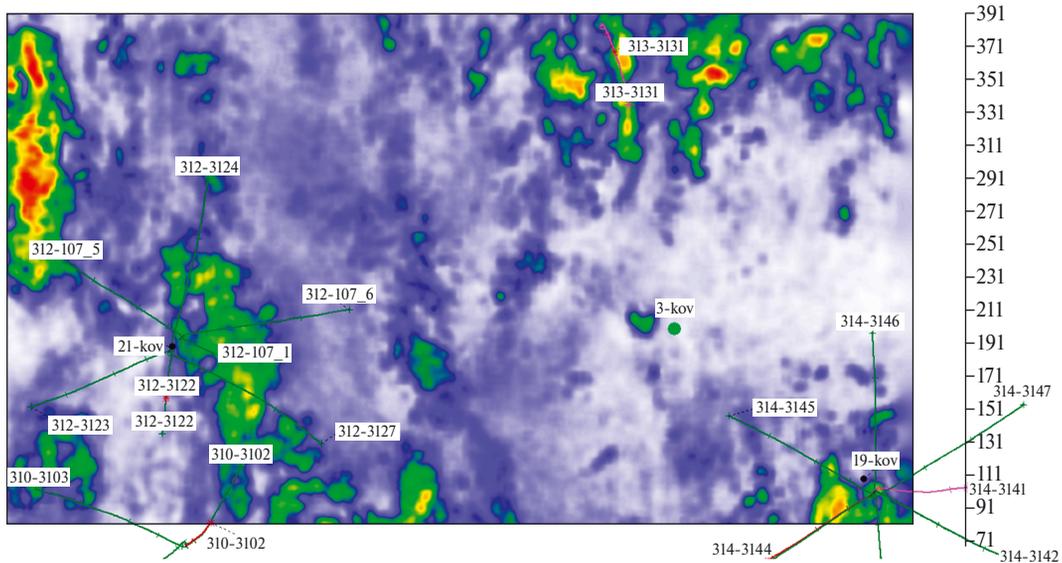


Рис. 7. Прогноз методом RF по атрибутам RTN и данным бурения газопроявлений в христофоровско-балыхтинском горизонте КГКМ. Красный цвет – максимальная вероятность (0.25), синий цвет – минимальная вероятность. Среднее значение вероятности 0.018, отклонение 0.23.

трещиноватостью. Это подтверждает большой потенциал альтернативного способа обработки сейсмической информации на основе RTN-подхода и возможность его использование в практике уже существующих технологических решений в нефтегазовой отрасли.

Вместе с тем основное отличие RTN-атрибутов от традиционных, которые рассчитываются после миграционного преобразования, заключается в их воксельной природе и гиператрибутивности. Оказалось, что это является ключевым преимуществом

RTN как способа обработки сейсмических данных перед традиционными методами миграционного преобразования типа RTM в решении задач прогноза методами искусственного интеллекта. В настоящем подходе мы используем два метода контролируемого обучения. Первый метод основывается на полносвязной многослойной нейронной сети MLP (Multilayer Perceptron), а второй метод носит название случайного леса RF (Random Forest) [18]. На основе рассчитанных воксельно-ориентированных атрибутов и данных скважин

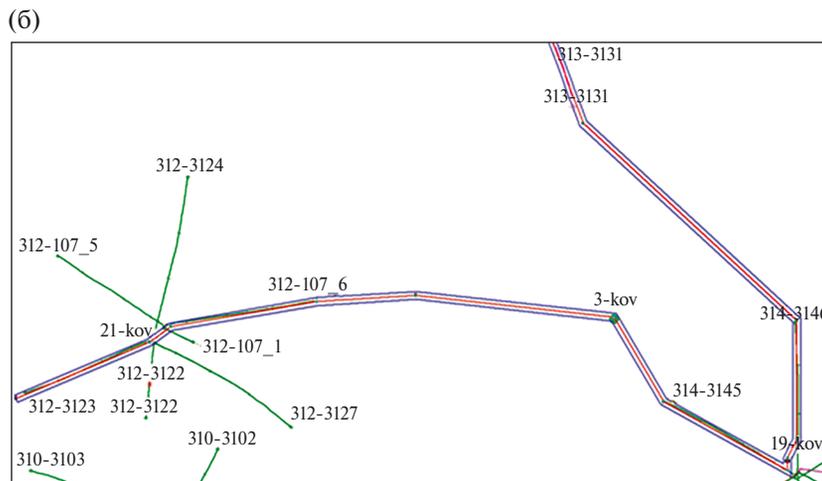
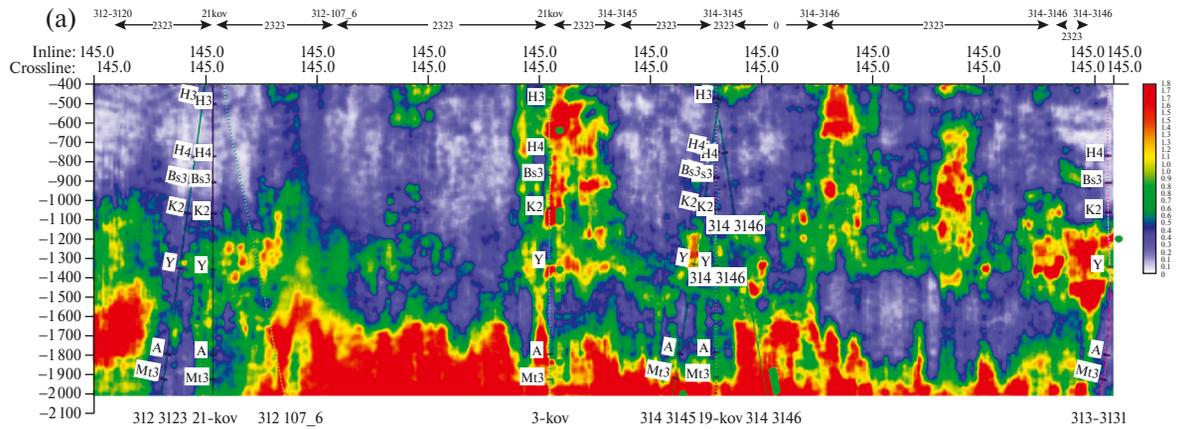


Рис. 8. Прогноз методом RF по атрибутам RTN и данным бурения в надпарфеновском диапазоне свит флюидопроявления (а). Красный цвет – максимальная вероятность (0.7), синий цвет – минимальная вероятность. Среднее значение вероятности 0.059, отклонение 0.64. Схема профиля на участке КГКМ (б).

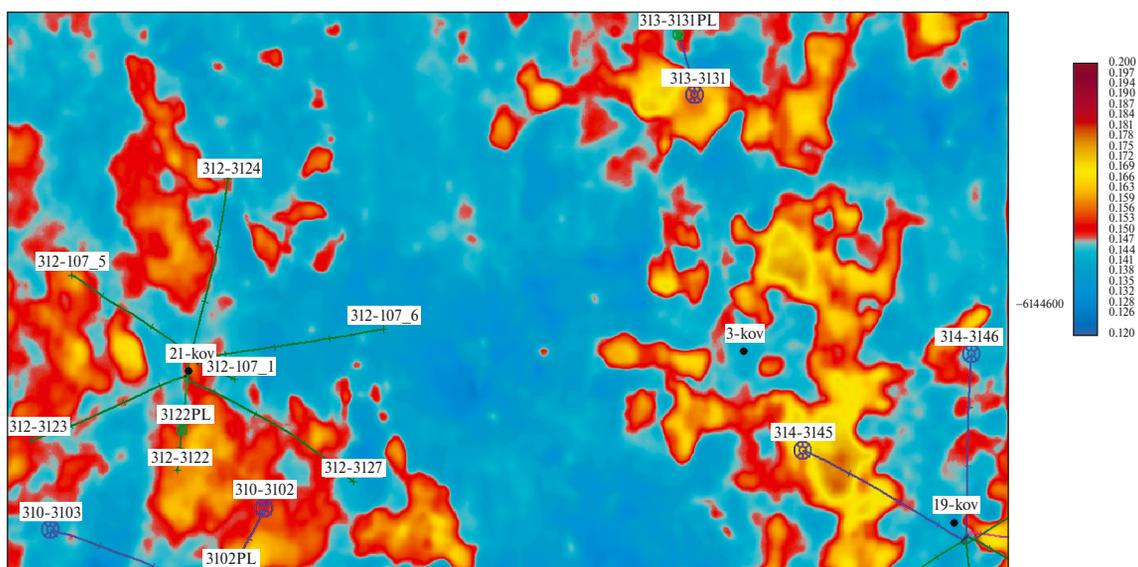


Рис. 9. Прогноз средней пористости методом RF в интервале кровля – подошва нижней части парфеновского горизонта по атрибутам RTN и данным бурения. Цветовая шкала от 20% пористости (красный цвет) до 12% (синий цвет).

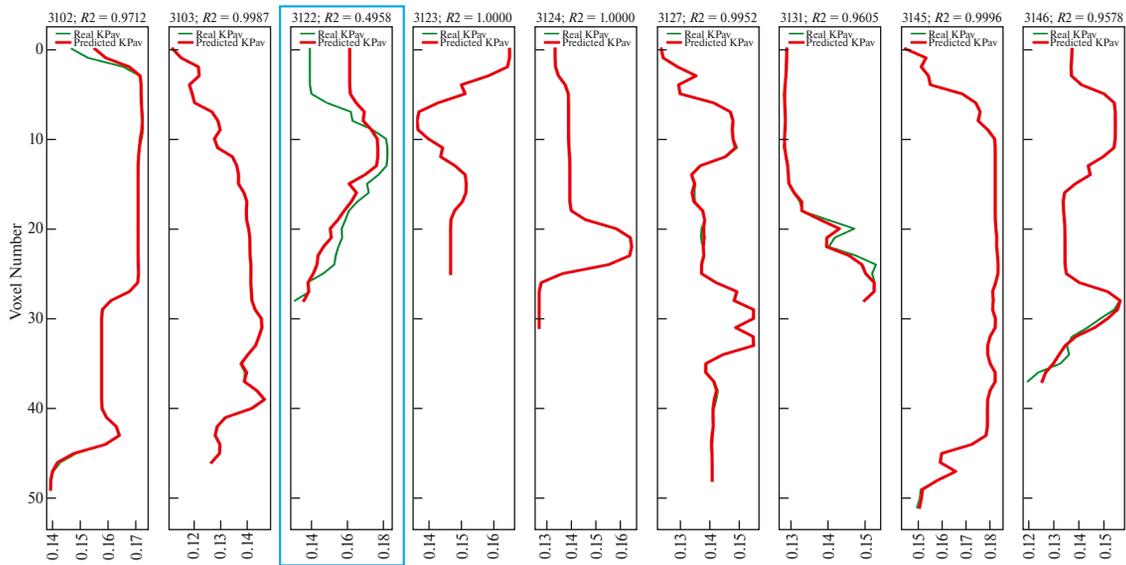


Рис. 10. Сравнение средней пористости в нижней части парфеновского горизонта, предсказанной методом RF по атрибутам RTN (красный) и построенной по данным ГИС после пространственного осреднения (зеленый) для ряда скважин. Шкала по вертикали – номер вокселя вдоль ствола скважин. Размеры вокселя 25x25x5 м. Скважина, выделенная синим цветом, не участвовала в обучении.

непосредственно в трехмерном пространстве геологической модели достаточно естественно формируются в вокселях, встречающихся на пути траектории скважин, информационные пары для машинного обучения: набор RTN-атрибутов – набор скважинных данных. Такое органичное построение обучающей выборки позволяет пространственно-прецизионно (с точностью до размера вокселя) строить прогноз методами искусственного интеллекта различными лито-фациальными, петрофизическими и другими свойствами и параметрами месторождения углеводородов.

В качестве примера на рис. 6 б представлен прогноз рапопроявления в интервале бильчирского горизонта КГКМ методом MLP. Для сравнения на рис. 6 а представлен прогноз по тому же горизонту рапопроявления, газопроявления методом рассеянных волн [19]. На рис. 7 приведен вероятностный прогноз газопроявлений методом RF по атрибутам RTN и данным бурения в христофоровско-балыхтинском горизонте КГКМ. На рисунке красным цветом выделена максимальная нормированная на отклонение вероятность, синим цветом – минимальная вероятность. Среднее значение вероятности здесь равняется 0.018, а отклонение – 0.23. На рис. 8 а дан прогноз методом RF флюидопроявлений в надпарфеновском диапазоне свит. Максимальная нормированная на отклонение вероятность здесь равняется 0.7. Среднее значение

вероятности 0.059, отклонение 0.64. На рис. 8 б приведена схема профиля на участке КГКМ. Последний пример прогноза на КГКМ связан с прогнозом средней пористости методом RF в интервале кровля – подошва нижней части парфеновского горизонта. Шкала показывает прогнозную пористость от 20% (красный цвет) до 12% (синий цвет). На рис. 9 приведены результаты устойчивости прогноза в виде сравнения предсказанной пористости вдоль скважин (рис. 8) (красные кривые) и построенной по данным ГИС после пространственного осреднения (зеленые кривые). Результаты демонстрируют хорошую сходимость результатов прогноза по скважинам. Отметим, что прогноз строится сразу для всего объема геологического пространства, разбитого на элементарные объемные ячейки (воксели). Этот прогноз, как демонстрируют примеры на рис. 6–10, отличается высокой детальностью и геологической информативностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе представлены результаты тестирования нового метода обработки сейсмических данных RTN и прогноза флюидо- и рапопроявлений на его основе на одном из участков интенсивного рапопроявления с АВПД КГКМ. В ходе обработки и интерпретации, с использованием нового метода, уточнено геологическое

строение осадочного чехла, построены структурные карты по пяти горизонтам, выполнен анализ скоростных RTN-атрибутов по целевым интервалам геологического разреза, выделены зоны деструкций, связанные с разломно-блоковой тектоникой, закартированы флюидонасыщенные трещинные зоны, в том числе рапонасыщенные с АВПД и с открытой трещиноватостью. На основе комплексирования методами искусственного интеллекта новых сейсмических атрибутов RTN и данных бурения дан вероятностный прогноз газо-, рапо- и флюидопроявлений в надпарфеновском интервале глубин, а также пористости и проницаемости в нижней части парфеновского горизонта. Показана высокая эффективность использования новых атрибутов как в рамках традиционного графа сейсмической интерпретации, так и в расширенном графе, включающем прогноз геологической среды с использованием методов контролируемого обучения на основе нейронных сетей.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность В.М. Брыксину, С.Н. Сергееву, Р.В. Симонову и С.А. Шевченко за помощь в расчетах и оформлении, НИЦ “Курчатовский институт” за предоставление вычислительных ресурсов и ООО “Газпром ВНИИГАЗ” за предоставление геолого-геофизической информации.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа поддержана ООО “ГИРС–М”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Вахромеев А.Г., Хохлов Г.А.* Перспективы прогноза зон рапопроявлений в Верхоленском (Жигаловском) газоносном районе Иркутской области / В сб. Особенности технологии проводки и заканчивания скважин в Вост. Сибири и Якутии / СНИИГГиМС, ВостСибНИИГГиМС, Новосибирск, Иркутск, 1988. С. 140–142.
2. *Priezhev I.I., Veeken P.C.H., Egorov S.V., Strecke U.* Direct prediction of petrophysical and petroelastic reservoir properties from seismic and well-log data using nonlinear machine learning algorithms // *The Leading Edge*. 2019. 38: 949–958. <https://doi.org/10.1190/tle38120949>
3. *Смирнов А.С., Вахромеев А.Г., Ерохин Г.Н., Дмитриев А.Г.* Прогноз рапопроявлений юга Сибирской платформы по сейсморазведочным данным // *Геофизика*. 2023. № 2. С. 93–101. <https://doi.org/10.34926/geo.2023.18.86.011>
4. *Buddo I.V., Smirnov A.S., Misiurkeeva N.V., Shelohov I.A., Agafonov Y.A., Lushev M.A., Korotkov S.A., Trjasin E. Ju.* Integration of Geomechanical, Geoelectric and Structural-tectonic Models for the Kovykta Gas Condensate Field Geological Model Improvement European Association of Geoscientists & Engineers // Saint Petersburg 2018. Apr 2018. V. 2018. P. 1–6.
5. *Hampson D.P., Schuelke J.S., Quierin J.A.* Use of multiattribute transforms to predict log properties from seismic data // *Geophysics*. 2001. 66. 220–236 <http://dx.doi.org/10.1190/1.1444899>.
6. *Luanxiao Z., Caifeng Z., Yuanyuan C., Wenlong S., Wang Y., Chen H., Geng J.* Fluid and lithofacies prediction based on integration of well-log data and seismic inversion: A machine-learning approach // *Geophysics*. V. 86. No. 4. P. M151–M165.
7. *Erokhin G.* Reverse Time Holography Approach based on the Vector Domain Common Image Gatherers // SEG Technical Program Expanded Abstracts 2019: 4107–4111., <https://doi.org/10.1190/segam2019–3201622.1>
8. *Erokhin G.* Time-dependent scattering in reverse time holography method // 83rd EAGE Annual Conference & Exhibition, Jun 2022. V. 2022. P. 1–5 <https://doi.org/10.3997/2214–4609.202210094>
9. *Baysal E., Kosloff D.D., Sherwood J.W.C.* Reverse time migration // *Geophysics*. 1983. 48, 1514–1524, <https://doi.org/10.1190/1.1441434>
10. *Dickens T.A., Winbow G.A.* RTM angle gathers using Poynting vectors // SEG Technical Program Expanded Abstracts 2011 ISSN (print): 1052–3812 ISSN Pages: 4424, <https://doi.org/10.1190/1.3627841>
11. *Koren Z., Ravve I.* Full-azimuth subsurface angle domain wavefield decomposition and imaging Part 1: Directional and reflection image gathers // *Geophysics*. 2011. 76. S1–S13.
12. *Kremlev A.N., Erokhin G.N., Starikov L.E., Rodin S.V.* Fracture and cavernous reservoirs prospecting by the CSP prestack migration method // 73th Conference & Exhibition, 2011, EAGE, Extended Abstracts, B024.
13. *Chopra S., Castagna J.P.* AVO // Publisher: Society of Exploration Geophysicists 2014. P. 304.
14. *Tarantola A.* Inversion of seismic reflection data in the acoustic approximation //
15. *Geophysics*. Article volume 49. issue 8 Aug 1, 1984.
16. *Virieux J., Operto S.* An overview of full-waveform inversion in exploration geophysics // *Geo-*

- physics. 2009. 74. WCC1–WCC26. <http://dx.doi.org/10.1190/1.3238367>
17. *Popovici A., Tanushev N., Hardesty S.* High-resolution, wide-azimuth beam tomography for velocity model building // SEG Technical Program Expanded Abstracts 2016. P. 5349–5353.
 18. *Агафонов В. М., Бугаев А. С., Ерохин Г. Н., Ронжин А. Л.* Векторная сейсморазведка в обратном времени: состояние и перспективы // Геофизика. 2022. 6. С. 77–83.
 19. *Aminzadeh F., Temizel C., Hajizadeh Y.* Artificial Intelligence and Data Analytics for Energy Exploration and Production // Wiley. 2022. P. 577.
 20. *Смирнов А. С., Касьянов В. В., Вахромеев А. Г. и др.* Способ выявления и картирования флюидонасыщенных анизотропных каверново-трещинных коллекторов в межсолевых карбонатных пластах осадочного чехла // пат. 2690089 Рос. Федерация: МПК G01V 1/00 (2006.01), G01V 1/28 (2006.01), G01V 1/30 (2006.01)/; патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью “Газпром геологоразведка”. — № 2018127233, заявл. 24.07.2018; опубл. 30.05.2019, Бюл. № 16. 20 с.
 21. *Вахромеев А. Г., Сверкунов С. А., Смирнов А. С., Горлов И. В.* Бурение скважин на нефть и газ в условиях аномально проницаемых трещинных коллекторов с аномально высоким пластовым давлением флюидной системы // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2019. № 5. С. 11–18. <https://doi.org/10.30713/0130-3872-2019-5-11-18>.

PREDICTION OF FLUID BRINE EVENT ZONES BY ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS BASED ON NEW GENERATION RTH SEISMIC ATTRIBUTES AND DRILLING DATA AT THE KOVYKTA GAS CONDENSATE FIELD

Academician of the RAS A. S. Bugaev^a, G. N. Erokhin^{b, #}, S. A. Ryabykh^c, A. S. Smirnov^d

^a*V.A. Kotelnikov Institute of Radio Engineering and Electronics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*

^b*I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russian Federation*

^c*“GIRS-M” LLC, Moscow, Russian Federation*

^d*Gazprom VNIIGAZ LLC, Tyumen, Russian Federation*

[#]*E-mail: Gerokhin@kantiana.ru*

A new method for predicting lithofacies, gas fluid and brine zones, zones with abnormally high reservoir pressure, as well as petrophysical properties of rocks using artificial intelligence methods based on a family of new seismic attributes of the RTH method and well drilling data is proposed. The main difference between RTH attributes and traditional ones obtained by migration transformation is their voxel nature and hyperattributive. It turned out that this is a key advantage of the new approach to solving problems of geological forecasting using artificial intelligence methods. The paper presents the results of applying a new method for processing and interpreting modern 3D seismic data, as well as geological forecasting based on it for the area of intense brine occurrence of the Kovykta gas condensate field.

Keywords: brine, seismic exploration, forecast, RTH, seismic attributes, artificial intelligence